



TITLE:

ϕ photoproduction on the proton
at $E_\gamma=1.5-2.9$ GeV(Abstract_要旨)

AUTHOR(S):

Mizutani, Keigo

CITATION:

Mizutani, Keigo. ϕ photoproduction on the proton at $E_\gamma=1.5-2.9$ GeV. 京都大学, 2018, 博士(理学)

ISSUE DATE:

2018-03-26

URL:

<https://doi.org/10.14989/doctor.k20913>

RIGHT:

(続紙 1)

京都大学	博 士（理 学）	氏名	
論文題目	ϕ photoproduction on the proton at $E_\gamma=1.5\text{-}2.9$ GeV ($E_\gamma=1.5\text{-}2.9$ GeVにおける陽子標的を用いた ϕ 中間子光生成)		
(論文内容の要旨)			
<p>中間子光生成反応は、高エネルギーハドロン反応における普遍的な過程である多重グルーオン交換過程（またはレッジエ理論におけるポメロン交換過程）の低エネルギーでの振舞いを調べるための重要な研究対象である。兵庫県佐用町にある逆コンプトン散乱による高エネルギー γ 線実験施設SPring-8/LEPSにおいては、中間子の中でも特徴的である ϕ 中間子光生成機構を調べるための系統的な実験を行ってきた。2005年には、入射 γ 線エネルギー E_γ が1.57-2.37 GeVの範囲における陽子標的の測定において、0度微分断面積のエネルギー依存性に非単調構造を初めて観測した。この微分断面積は、十分高いエネルギーではtチャンネルにポメロン、π^0中間子、η 中間子を交換するという反応モデルで再現できると期待されるが、この低い測定エネルギー領域での適用妥当性は研究されてこなかった。本研究では、2007年と2015年の2回に亘って、SPring-8/LEPSにおいて入射 γ 線エネルギーを1.57-2.9 GeVの範囲に拡張し、断面積に加えてtチャンネル交換粒子を同定するためのスピン偏極量を測定することとした。これには同ビームラインで得られる高い偏極 γ 線が大きな役割を果たした。ϕ 中間子の生成は、ϕ 中間子の崩壊によって生成される K^+K^- 対を測定し、ϕ 中間子の不変質量を再構成することにより同定された。その結果、ポメロン+π^0+η 交換モデルが確かに入射エネルギー $E_\gamma>2.37$ GeVという高いエネルギー領域で重要な寄与を持つことを明らかにした。その上で得られたポメロン+π^0+η 交換モデルを低エネルギー側の生成閾値まで外挿することにより、生成閾値近傍での0度断面積におけるポメロン、π^0、η 交換モデルからの寄与を見積もったところ、このモデルでは説明できない余剰成分が存在することを明らかにした。この余剰成分の起源の候補として、生成閾値付近におけるポメロン以外の多重グルーオン交換過程の存在、ポメロン交換過程と擬スカラー中間子交換過程の干渉効果、$K^+\Lambda(1520)$再散乱過程などが考えられる。本研究ではポメロン、π^0、η 交換に加えて $\gamma p\rightarrow K^+\Lambda(1520)\rightarrow \phi p$再散乱過程を含めた計算を行った。その結果、$K^+\Lambda(1520)\rightarrow \phi p$データの欠如に起因する不定性はあるものの、0度断面積およびスピン偏極量を大方説明できることを示した。このことは、将来、重陽子中の中性子を標的とする反応を精密測定することにより、$K^+\Lambda(1520)$再散乱過程の寄与の存否を決定できることを示唆している。</p>			

(続紙 2)

(論文審査の結果の要旨)

本論文では、高エネルギー γ 線による陽子標的からの ϕ 中間子生成反応 $\gamma p \rightarrow \phi p$ 反応の超前方微分断面積を1.5-2.9 GeVという広い入射エネルギー領域にわたって測定した。入射 γ 線ビームは、逆コンプトン散乱によりレーザー光を高エネルギー γ 線に転換することにより得られたものである。その特徴として、大きな偏極度を持っていることが挙げられる。これを利用することにより、反応におけるスピン密度行列を測定することが可能となった。

実験は、兵庫県佐用町にある放射光実験施設SPring-8にある大阪大学核物理研究センターが運営するLEPSビームライン及び測定装置を利用して実施した。液体水素標的に高エネルギー γ 線を照射し、 ϕ 中間子を生成した。これを ϕ 中間子の崩壊によって生成される K^-K^+ 対を同時測定することにより、不変質量分布に現れるピークとして検出した。

測定によって得られた微分断面積を指数関数型の角分布として表し、その傾きと0度微分断面積という2つのパラメーターを求めた。その入射 γ 線エネルギー依存性には、 ϕ 中間子生成閾値近傍に非単調な増加を示す傾向が観測された。これは、以前のLEPSデータにも観測されていたものである。今回の測定では、測定範囲を高エネルギー側に拡張して測定した。これにより、高エネルギー側 ($E_\gamma > 2.37$ GeV) では、他の中間子光生成反応などに共通して見られるポメロン交換に加えて π 中間子、 η 中間子などの中間子を t チャンネルに交換する反応過程の寄与を定量的に見積もることに成功した。すなわち、ポメロン交換の寄与が80%程度と支配的であることが初めて分かった。また、スピン密度行列の測定結果からも、入射エネルギーの増加とともにポメロン交換の寄与が π 、 η 中間子の寄与に比べて増加していく傾向が見られた。

一方で、低エネルギー側で観測された非単調な微分断面積の増大を引き起こしている原因は特定できていない。一つの説明としては、 $\gamma p \rightarrow K^+ \Lambda(1520)$ 反応に引き続いて終状態にある K^+ と $\Lambda(1520)$ の間で再散乱が起こり $K^+ \Lambda(1520) \rightarrow \phi p$ 生成につながるという反応過程を導入することがある。しかし、 $K^+ \Lambda(1520)$ 間の相互作用の大きさについては定量的実験情報は不十分であり、結論を導くには早すぎるといえる。今後、重陽子標的を用いて γp だけでなく γn 反応の情報が得られれば、そちらの反応には $K^+ \Lambda(1520)$ は寄与しないので、この効果の有無が決着することとなる。

以上のように本論文は ϕ 中間子光生成反応の反応機構に新たな視点を投げかける重要な実験結果を導くことに成功したものである。

よって、本論文は博士(理学)の学位論文として価値あるものと認める。また、平成30年1月12日、論文内容とそれに関連した事項について試問を行った結果、合格と認めた。

要旨公表可能日： 年 月 日以降